



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08327586 A**

(43) Date of publication of application: 13.12.96

(51) Int Cl

G01N 27/41

G01N 27/26

(21) Application number: 07138244

(22) Date of filing: 05.06.95

(71) Applicant: NIPPONDENSO CO LTD

(72) Inventor: OKAZAKI KAZUHIRO  
TAKAMI MASAYUKI  
MIZOGUCHI ASAMICHI

**(54) ABNORMALITY DIAGNOSTIC DEVICE FOR  
OXYGEN SENSOR**

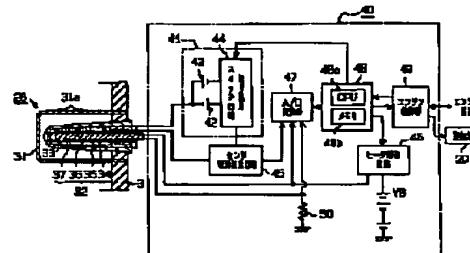
the sensor 26 is abnormal, and outputs an abnormality signal to the control part 29.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**PURPOSE:** To easily and accurately diagnose a limiting current type oxygen sensor for any abnormality by applying, to the oxygen sensor, a diagnostic voltage in a voltage range in which a positive or negative current flows, and comparing the detected current value with a predetermined criterion for failure.

**CONSTITUTION:** A CPU s48<sub>a</sub>, when it is judged that a predetermined time has elapsed since the previous abnormality diagnosis, applies a negative voltage  $V_n$  to an oxygen sensor 26 as a diagnostic voltage, and compares a negative sensor current  $I_n$  detected by a sensor current detecting circuit 45 with a predetermined criterion  $I_{nc}$  for abnormality (a current value within a predetermined range containing at least zero, e.g. 5mA) when  $I_n > I_{nc}$ , it outputs an abnormality signal to an engine control part 49 to turn on an alarm light 29 and to interrupt air-fuel ratio feedback control, and when  $I_n < I_{nc}$ , the CPU waits for a predetermined time (e.g. 100ms) and then compares a negative current  $I_n$  at that time with the criterion  $I_{nc}$  again, and when  $I_n < I_{nc}$ , it judges that the sensor 26 is normal, and executes air-fuel ratio detection, and when  $I_n \leq I_{nc}$ , it judges that



特開平8-327586

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int. C l. <sup>6</sup> G 01 N 27/41 27/26	識別記号 3 9 1	府内整理番号 F I G 01 N 27/46 3 2 5 P 27/26 3 9 1 A	技術表示箇所
--	---------------	--	--------

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平7-138244  
 (22) 出願日 平成7年(1995)6月5日

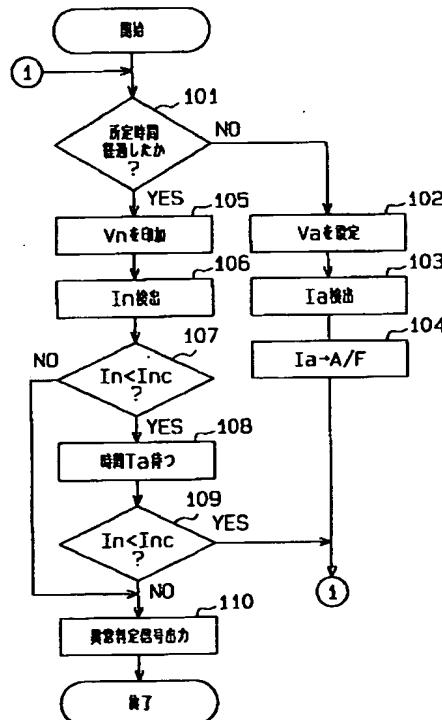
(71) 出願人 000004260  
 日本電装株式会社  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (72) 発明者 岡崎 和弘  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装  
 株式会社内  
 (72) 発明者 高見 雅之  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装  
 株式会社内  
 (72) 発明者 溝口 朝道  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装  
 株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

## (54) 【発明の名称】酸素センサの異常診断装置

## (57) 【要約】

【目的】限界電流式酸素センサの異常を容易に且つ正確に検出する。

【構成】酸素センサは、電圧印加時に酸素濃度に対応したほぼ一定の限界電流を出力する電圧-電流特性を有する。空燃比検出ルーチンにおいて、CPUは前回の異常診断から所定時間が経過した際に異常診断を行う(ステップ105~110)。このとき、CPUは、電圧-電流特性上、必ず負のセンサ電流  $I_n$  が流れるような負の印加電圧  $V_n$  を酸素センサに印加する(ステップ105)。また、負のセンサ電流  $I_n$  が「0」を含む異常判定値  $I_{n_c}$  を越える場合 ( $I_n \geq I_{n_c}$ )、断線異常であるとみなす(ステップ107がNO)。一方、所定時間  $T_a$  の待機後、センサ電流  $I_n$  が所定の異常判定値  $I_{n_c}$  を越える場合にもセンサ異常であるとみなす(ステップ109がNO)。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】電圧印加時に酸素濃度に対応したほぼ一定の限界電流を出力する電圧-電流特性を有する酸素センサに適用される異常診断装置であつて、

前記酸素センサの電圧-電流特性上、正の電流又は負の電流が流れる電圧領域の診断用電圧を印加する電圧印加手段と、

前記電圧印加手段により診断用電圧を印加した際に、前記酸素センサにより検出される電流値が少なくとも

「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する異常診断手段とを備えることを特徴とする酸素センサの異常診断装置。

【請求項2】前記異常診断手段は、前記酸素センサにより検出される電流値が「0」の時に断線等の異常であるとする請求項1に記載の酸素センサの異常診断装置。

【請求項3】自動車用エンジンの排気管に設けられ、カップ状に形成された酸素濃度検出素子の内側に酸素濃度既知のガスを導くと共に、その外側に排気ガスを導く酸素センサに適用され、

前記異常診断手段は、前記電圧印加手段による電圧印加から所定時間が経過した後に前記酸素センサにより検出される電流値が少なくとも「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する請求項1又は2に記載の酸素センサの異常診断装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】この発明は、限界電流方式の酸素センサに適用される異常診断装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】近年、例えば自動車用エンジンにおいては、排気ガス中の酸素濃度に応じて空燃比をリニアに検出する限界電流方式の酸素センサが採用されている。この限界電流方式の酸素センサは、電圧印加時に酸素濃度に対応したほぼ一定の限界電流を出力する電圧-電流特性を有し、前記自動車用エンジンの空燃比制御システムでは、その時の限界電流値に応じて空燃比が求められる。

【0003】また、上記限界電流方式の酸素センサでは、そのセンサ異常を精度良く検出する技術が要望されており、この種の技術として例えば特開平1-262460号公報では、酸素センサの電圧-電流特性における平坦領域（限界電流域）で印加電圧を徐々に変化させ、その際の限界電流の低下の程度に応じて酸素センサの劣化状況を診断するようにしている。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記公報では、例えば断線時等、センサ出力が変化しないような異常発生時にその異常を検出することができない。つまり、上記公報の診断方法では、断線異常時のセンサ出力が「0mA」のまま変化しない場合に、正常であると誤

判定してしまうおそれがあった。

【0005】また、センサ出力（限界電流）が「0mA」であれば、断線異常であると判定することも考えられるが、酸素センサが正常であっても理想空燃比（ストイキ）でセンサ出力（限界電流）が「0mA」となるため、単にセンサ出力を判定するだけでは確実な異常判定を行うことができなかつた。

【0006】この発明は、上記問題に着目してなされたものであつて、その目的とするところは、限界電流式酸素センサの異常を容易に且つ正確に検出することができる酸素センサの異常診断装置を提供することにある。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、電圧印加時に酸素濃度に対応したほぼ一定の限界電流を出力する電圧-電流特性を有する酸素センサに適用される異常診断装置であつて、前記酸素センサの電圧-電流特性上、正の電流又は負の電流が流れる電圧領域の診断用電圧を印加する電圧印加手段と、前記電圧印加手段により診断用電圧を印加した際に、前記酸素センサにより検出される電流値が少なくとも「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する異常診断手段とを備えることを要旨としている。

【0008】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明において、前記異常診断手段は、前記酸素センサにより検出される電流値が「0」の時に断線等の異常であるとする。

【0009】請求項3に記載の発明では、請求項1又は2に記載の発明において、自動車用エンジンの排気管に設けられ、カップ状に形成された酸素濃度検出素子の内側に酸素濃度既知のガスを導くと共に、その外側に排気ガスを導く酸素センサに適用され、前記異常診断手段は、前記電圧印加手段による電圧印加から所定時間が経過した後に前記酸素センサにより検出される電流値が少なくとも「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する。

**【0010】**

【作用】請求項1に記載の発明によれば、電圧印加手段は、酸素センサの電圧-電流特性上、正の電流又は負の電流が流れる電圧領域の診断用電圧を印加する。異常診断手段は、電圧印加手段により診断用電圧を印加した際に、酸素センサにより検出される電流値が少なくとも「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する。

【0011】要するに、酸素センサは、電圧印加時に酸素濃度に対応したほぼ一定の限界電流を出力する電圧-電流特性を有している。この場合、同電圧-電流特性においては、自動車の空燃比制御における理想空燃比であれば限界電流が「0」になる。また、酸素過多域（リーン領域）では限界電流が正の電流に、酸素過小域（リッ

チ領域)では限界電流が負の電流になる。一方、酸素センサが正常であれば、酸素濃度に関係なく正の電流又は負の電流が流れる電圧領域が存在し、同電圧領域では理想空燃比であっても正又は負の電流が流れる。

【0012】従って、上記電圧領域で診断用電圧を設定し、その電圧印加に伴うセンサ電流により異常診断を実施することにより、容易に且つ正確に異常診断が実施できる。このとき、センサ電流が「0」を含む所定範囲内にあれば、その時の酸素濃度に関係なく異常の旨が断定できるため、他のソフトウェア処理等を必要とすることなく、簡単な処理で異常診断が実現される。つまり、センサ電流がほぼ「0」の場合には、それが酸素濃度状態によるものか、異常によるものかを判別する処理が必要になるが、上記構成ではこれを必要としない。

【0013】請求項2に記載の発明によれば、異常診断手段は、酸素センサにより検出される電流値が「0」の時に断線異常であるとする。つまり、上述の電圧領域ではセンサ電流が流れるはずであるため、センサ電流=0であれば、断線異常であると特定できる。

【0014】なお、センサ電流=0となる異常としては、素子割れも考えられる。即ち、この種の限界電流式酸素センサは、濃淡電池形で構成されているため、素子(固体電解質からなる酸素濃度検出素子)が割れてしまうと、素子内外が連通し、ガスの濃度差がなくなる。よって、センサ電流が「0」になる。そこで、本明細書では、断線異常とは、センサ電流が「0」になる異常のことを広義に意味し、素子割れ異常をも含むものとする。

【0015】請求項3に記載の発明によれば、異常診断手段は、電圧印加手段による電圧印加から所定時間が経過した後に、酸素センサにより検出される電流値が少なくとも「0」を含む所定の電流範囲内にあれば、当該酸素センサが異常である旨を診断する。つまり、酸素濃度検出素子(例えば、ジルコニア等の固体電解質)をカップ状に形成し、その内側に酸素濃度既知のガス(例えば、大気)を導くと共に、その外側に排気ガス中に導くようにした酸素センサでは、酸素濃度検出素子の内外の酸素イオン伝導性を利用して限界電流を検出する。ところが、酸素濃度検出素子の内側(大気室)に通じる通路が塞がると、同室内の酸素が欠乏し、正常な酸素濃度の検出動作が確保できなくなる。この場合、酸素過小域(リッチ領域)でのセンサ電流が流れなくなるが、酸素濃度検出素子の内側(大気室)に残留する酸素により瞬間的にはセンサ電流が流れる。従って、電圧印加後、所定時間経ってから異常診断を行うことで、上記如く時差的に異常の症状が現れる場合にも対処でき、正確な異常診断が可能となる。

### 【0016】

#### 【実施例】

(第1実施例)以下、この発明を自動車用内燃機関の空燃比制御装置にて具体化した第1実施例を図面に従って

説明する。

【0017】図1は、本実施例における内燃機関の空燃比制御装置の概要を示す構成図である。図1において、4気筒火花点火式ガソリンエンジン(以下、単にエンジンという)1には吸気管2と排気管3とが接続されている。吸気管2の途中にはサージタンク4が設けられ、同サージタンク4の上流側には、図示しないアクセルペダルの踏み込み操作に連動するスロットルバルブ5が配設されている。また、エンジン1における各気筒毎の吸気管(吸気ポート)2には、各気筒の燃焼室7に燃料(ガソリン)を噴射供給するためのインジェクタ6が配設されている。

【0018】各気筒の燃焼室7には点火プラグ8が配設されている。イグナイタ10ではバッテリ11の電圧から高電圧が生成され、その高電圧がディストリビュータ12により各点火プラグ8に分配される。ディストリビュータ12には、エンジン1のクランク軸の回転に伴い所定のクランク角毎(例えば、30°C A毎)にクランク角信号を発生するクランク角センサ21が配設されている。また、サージタンク4には吸気管内圧力センサ22が設けられ、同センサ22により吸気管内圧力(吸気負圧)が検出される。エンジン1のシリングブロックにはエンジン冷却水の温度を検出するための水温センサ23が設けられている。

【0019】また、エンジン1の排気管3には限界電流式の酸素センサ26が設けられており、この酸素センサ26は排気ガス中の酸素濃度に比例してリニアな検出信号を出力する。なお、酸素センサ26の下流には図示しない触媒コンバータが配設されており、同コンバータにて排気ガスが浄化されるようになっている。

【0020】上記各センサの検出信号は電子制御装置(以下、ECUという)40に入力される。ECU40は、バッテリ11を電源として動作し、イグニションスイッチ28のオン信号によりエンジン1を始動させると共に、エンジン運転中は酸素センサ26の出力信号に基づいて空燃比補正係数を増減補正することで空燃比を目標空燃比(例えば、理論空燃比)近傍にフィードバック制御する。また、ECU40は後述するセンサ異常診断処理を実行して酸素センサ26の異常の有無を診断し、異常時には警告灯29を点灯して運転者に異常発生の旨を警告する。

【0021】図3は、酸素センサ26の概略断面、及び酸素センサ26の電圧-電流特性を示す図である。図3(a)において、酸素センサ26は排気管3の内部に向けて突設されており、同センサ26はカバー31、センサ本体32及びヒータ33に大別される。カバー31は断面コ字状をなし、その周壁にはカバー内外を連通する多数の小孔31aが形成されている。センサ本体32は空燃比リーン領域における酸素濃度、若しくは空燃比リッチ領域における一酸化炭素(CO)等の可燃ガス濃度

に対応する限界電流を発生する。

【0022】センサ本体32の構成について詳述する。センサ本体32において、断面カップ状に形成された固体電解質34の外表面には、排気ガス側電極層36が固着され、内表面には大気側電極層37が固着されている。また、排気ガス側電極層36の外側には、プラズマ溶射法等により拡散抵抗層35が形成されている。固体電解質34は、ZrO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>、ThO<sub>2</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等にCaO、MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を安定剤として固溶させた酸素イオン伝導性酸化物焼結体からなり、拡散抵抗層35は、アルミナ、マグネシア、ケイ石質、スピネル、ムライト等の耐熱性無機物質からなる。排気ガス側電極層36及び大気側電極層37は共に、白金等の触媒活性の高い貴金属からなり、固体電解質34の表面に多孔質の化学メッキ等にて形成されている。なお、排気ガス側電極層36の面積及び厚さは、10~100mm<sup>2</sup>及び0.5~2.0μm程度となっており、一方、大気側電極層37の面積及び厚さは、10mm<sup>2</sup>以上及び0.5~2.0μm程度となっている。固体電解質34は、酸素濃度検出素子に相当する。

【0023】ヒータ33は大気側電極層37内の大気室38に収容されており、その発熱エネルギーによりセンサ本体32（大気側電極層37、固体電解質34、排気ガス側電極層36及び拡散抵抗層35）を加熱する。ヒータ33は、センサ本体32を活性化するに十分な発熱容量を有している。

【0024】また、酸素センサ26の一部は排気管3外部に露出しており、その露出部にはキャップ39が取り付けられている。キャップ39には、大気室38に大気を導入するための大気導入孔39aが形成されている。

【0025】上記構成の酸素センサ26において、センサ本体32は理論空燃比点にて濃淡起電力を発生し、理論空燃比点よりリーン領域の酸素濃度（固体電解質34内の酸素イオンの流れ）に応じた限界電流を発生する。この場合、酸素濃度に対応する限界電流は、排気ガス側電極層36の面積、拡散抵抗層35の厚さ、気孔率及び平均孔径により決定される。また、センサ本体32は酸素濃度を直線的特性にて検出し得るものであるが、このセンサ本体32を活性化するのに約650℃以上の高温が必要とされると共に、同センサ本体32の活性温度範囲が狭いため、エンジン1の排気ガスのみによる加熱では活性領域を制御できない。そのため、ヒータ33の加熱制御によりセンサ本体32の温度制御が実施される。なお、理論空燃比よりもリッチ側の領域では、未燃ガスである一酸化炭素（CO）の濃度が空燃比に対してほぼリニアに変化し、センサ本体32はCO濃度に応じた限界電流を発生する。

【0026】また、図3（b）に示すように、酸素センサ26の電圧-電流特性は、当該酸素センサ26の検出酸素濃度（空燃比）に比例するセンサ本体32の固体電

解質34への流入電流と、同固体電解質34への印加電圧との関係が直線的であることを示す。そして、センサ本体32が活性状態にあるとき、図示の特性線L1でもって安定した状態を示す。かかる場合、特性線L1の電圧軸Vに平行な直線部分がセンサ本体32の限界電流を特定する。この限界電流の増減は空燃比の増減（即ち、リーン・リッチ）に対応しており、空燃比がリーン側になるほど限界電流は増大し、空燃比がリッチ側になるほど限界電流は減少する。

【0027】また、この電圧-電流特性において電圧軸Vに平行な直線部分よりも小さい電圧域は抵抗支配域となっており、その抵抗支配域における特性線L1の傾きは、センサ本体32における固体電解質34の内部抵抗により特定される。この内部抵抗は温度変化に伴い変化するため、センサ本体32の温度が低下すると内部抵抗の増大により上記傾きが小さくなる。なお、同図において、空燃比が理想空燃比（ストイキ）である場合には、センサ電流（限界電流）が「0」となる。抵抗支配域における特性線L1は、酸素センサ26の起電力により僅かに正電圧側にずれている。

【0028】そして、特性線L1において、センサ本体32の固体電解質34に印加電圧Vaを印加すれば、その時の空燃比に対応した限界電流値Iaが検出されることになる。この場合、エンジン1が空燃比のリーン領域のみを使用する、いわゆる”リーンバーンエンジン”であれば、限界電流は常に正の電流値となる。また、上記リーンバーンエンジンでは、センサ本体32の固体電解質34に負の印加電圧Vnを印加することにより、センサ本体32に流れる電流が酸素濃度に依存せず温度のみに比例する負のセンサ電流Inが検出される。但し、リッチ領域の空燃比を検出する場合には、負側（又は正側）の印加電圧を印加することにより、そのリッチ空燃比に応じた負の限界電流が検出されることになる。

【0029】一方、図3（b）において、電圧V1は理想空燃比（ほぼ14.7）における限界電流域（V軸に一致した平坦域）の下限よりも小さな電圧であり、その電圧V1以下の電圧領域（図のA1で示す領域）は、いかなる空燃比であってもセンサ電流が負の電流値となる領域を相当する。また、電圧V2は理想空燃比における限界電流域の上限よりも大きな電圧であり、その電圧V2以上の電圧領域（図のA2で示す領域）は、いかなる空燃比であってもセンサ電流が正の電流値となる領域を相当する。

【0030】図2は、ECU40の電気的構成を示す図である（但し、酸素センサ26のキャップ39を省略して示す）。図2において、センサ本体32の排気ガス側電極層36には、バイアス制御回路41が接続され、同バイアス制御回路41にはセンサ電流検出回路45を介してセンサ本体32の大気側電極層37が接続されている。バイアス制御回路41は正バイアス用直流電源4

2、負バイアス用直流電源43及び切り換えスイッチ回路44によって構成されている。正バイアス用直流電源42の負側電極及び負バイアス用直流電源43の正側電極は共に排気ガス側電極層36に接続されている。

【0031】切り換えスイッチ回路44は、第1切り換え状態にて正バイアス用直流電源42の正側電極のみをセンサ電流検出回路45に接続すると共に、第2切り換え状態にて負バイアス用直流電源43の負側電極のみをセンサ電流検出回路45に接続する。つまり、切り換えスイッチ回路44が第1切り換え状態にある場合、正バイアス用直流電源42がセンサ本体32の固体電解質34を正バイアスし、同固体電解質34には正方向の電流が流れる。一方、切り換えスイッチ回路44が第2切り換え状態にある場合、負バイアス用直流電源43が固体電解質34を負バイアスし、同固体電解質34には負方向の電流が流れる。

【0032】センサ電流検出回路45は、センサ本体32の大気側電極層37から切り換えスイッチ回路44へ流れる電流又はその逆方向へ流れる電流、つまり、固体電解質34を流れる電流を検出する。また、ヒータ制御回路46は、酸素センサ26の素子温やヒータ温度に応じてバッテリ電源VBからヒータ33に供給される電力をデューティ制御し、ヒータ33の加熱制御を行う。ヒータ33に流れる電流は電流検出抵抗50により検出される。

【0033】A/D変換器47は、センサ電流、ヒータ電流、及びヒータ33の印加電圧をデジタル信号に変換してマイクロコンピュータ48に出力する。マイクロコンピュータ48は、各種演算処理を実行するCPU48aやROM、RAMからなるメモリ48b等により構成され、所定のコンピュータプログラムに従いバイアス制御回路41及びヒータ制御回路46を制御する。エンジン制御部49は、エンジン情報としての前記各種センサ信号を入力し、吸気温、吸気負圧、冷却水温、エンジン回転数、車速等を検知する。そして、これらのエンジン情報に基づきインジェクタ6による燃料噴射を制御する。また、マイクロコンピュータ48からの異常判定信号に従い警告灯を点灯表示させる。なお、本実施例では、マイクロコンピュータ48内のCPU48aにより電圧印加手段及び異常診断手段が構成されている。

【0034】次に、本実施例における空燃比検出処理及び異常診断処理の内容について説明する。なお、図4は、酸素センサ26の各種の異常形態を示す図である。図5は、ECU40内のCPU48aにより実行され、空燃比検出及び酸素センサ26の異常診断を行う空燃比検出ルーチンを示すフローチャートである。

【0035】先ず、図4(a)～(c)を用いて酸素センサ26の異常形態を説明する。なお、図4の特性線L2は異常時の電圧-電流特性を示す。つまり、図4(a)は、センサ電流が全く流れない異常( $i=0$ )を

示す。具体的には、酸素センサ26の素子割れやワイヤーネス等の断線時には上記異常が発生する。

【0036】また、図4(b)は、僅かにセンサ電流が流れるものの、その電流値が微小である異常を示す。具体的には、酸素センサ26を電気的に接続するコネクタの導通不良が発生した時に上記異常が発生する。即ち、例えばコネクタが外れかかったり、コネクタの導通部に錆が発生したりした場合には、コネクタの導通抵抗が約100～200kΩに増大し(通常は1Ω程度)、上記事態を招く。

【0037】さらに、図4(c)は、負の電圧印加時のみ電流が微小になる異常を示す。具体的には、例えば酸素センサ26に取り付けられたキャップ39の大気導入孔39a(図3参照)がゴミや油等で塞がってしまった場合、同センサ26の大気室38へ大気が導入できなくなり、同大気室38内の酸素が欠乏する(酸欠状態となる)。この場合、酸素センサ26の固体電解質34での酸素イオン伝導が妨げられ、負の電流が減少して上記異常を招く。

【0038】次いで、図5の空燃比検出ルーチンを説明する。さて、イグニションスイッチ28のオン操作に伴うECU40への電源投入に伴い図5のルーチンが開始され、CPU48aは、先ずステップ101で前回の異常診断から所定時間(例えば、1～数秒程度)が経過したか否かを判別する。このとき、ステップ101が否定判別されれば、CPU48aはステップ102に進み、それ以降の空燃比検出処理(ステップ102～104)を実施する。また、ステップ101が肯定判別されれば、CPU48aはステップ105に進み、それ以降の異常診断処理(ステップ105～110)を実施する。

【0039】詳しくは、ステップ101が否定判別された場合、CPU48aはステップ102で空燃比を検出するための印加電圧Va(図3参照)を設定し、その電圧Vaを酸素センサ26に印加する。この場合、印加電圧Vaは固定値であっても可変値であってもよい。印加電圧Vaを可変値とする場合、例えば図6に示す印加電圧設定線L3を用い、その設定線L3上でその時の限界電流値Ia(空燃比)に応じた印加電圧Vaを設定する( $V_a = Z \cdot I_a + V_e$ )。但し、設定線L3の傾きZは素子の内部抵抗にほぼ一致し、V軸との切片Veは理想空燃比( $I_a = 0 \text{ mA}$ )での限界電流域のほぼ中間点に相当する。

【0040】そして、Va印加後、CPU48aは、ステップ103で図2のセンサ電流検出回路45により検出された限界電流値Iaを検知し、続くステップ104で図7の限界電流-空燃比マップを用いてその時の限界電流値Iaに対応する空燃比を求める。この空燃比の検出結果は、マイクロコンピュータ48からエンジン制御部49に送られ、エンジン制御部49はその時の空燃比に応じた空燃比フィードバック制御を実行する。以後、

ステップ101が肯定判別されるまで、CPU48aはステップ101～104を繰り返し実行する。

【0041】一方、ステップ101が肯定判別されると、CPU48aはステップ105に進み、診断用電圧としての負の印加電圧Vnを印加する。ここで「Vn」は、図3に示す電圧-電流特性上、必ず負のセンサ電流Inが流れるような電圧値( $Vn < V1$ )であり、本実施例では $Vn = -0.2$  [ボルト]に設定されている。

【0042】そして、Vn印加後、CPU48aは、ステップ106で図2のセンサ電流検出回路45により検出された負のセンサ電流Inを検知し、続くステップ107で当該負のセンサ電流Inが所定の異常判定値Inc(本実施例では、-5mA)よりも小さい値であるか否かを判別する。このとき、例えば前述の図4(a), (b)に示す形態の異常(断線異常等)が発生していれば $In \approx 0$  [mA]となり、ステップ107が否定判別される( $In \geq In_c$ )。即ち、負のセンサ電流Inは少なくとも「0」を含む所定範囲内の電流値となる。かかる場合、CPU48aはステップ110に進み、異常判定信号をエンジン制御部49に対して出力する。このとき、 $In = 0$  [mA]であるなら、断線又は素子割れがあるものとしてそれを特定する情報を出力してもよい。エンジン制御部49は、CPU48aからの異常判定信号を受けて警告灯29を点灯表示させると共に、空燃比フィードバック制御を中断する。

【0043】また、ステップ107が肯定判別された場合( $In < In_c$ )、CPU48aはステップ108に進み、所定時間Ta(本実施例では、100ms)だけ待機する。そして、所定時間Taの待機後、CPU48aはステップ109で再びその時の負のセンサ電流Inが所定の異常判定値Inc(-5mA)よりも小さい値であるか否かを判別する。この場合、酸素センサ26が正常であれば負のセンサ電流は異常判定値Incよりも小さく( $In < In_c$ )、CPU48aはステップ109を肯定判別してステップ101に戻る。その後、CPU48aは、再びステップ102～104で空燃比検出を実施する。

【0044】また、ステップ109において酸素センサ26が異常であれば $In \geq In_c$ となり、CPU48aはステップ109を否定判別してステップ110に進む。つまり、例えば前述の図4(c)に示す形態の異常(酸欠異常)が発生した場合には、図8に示すように、負の印加電圧Vnが印加された直後に大気室38内に残留している酸素により瞬間に負の電流が流れるものの、所定時間Taの待機中にその酸素がなくなると、酸素センサ26の固体電解質34での酸素イオン伝導が妨げられ、負のセンサ電流が殆ど流れなくなる。なお、図8の実線は正常時の動作を示す。そのため、上記の酸欠異常時には、ステップ107で正常判定された後、ステップ109で異常判定される。

【0045】以上詳述したように本実施例によれば、酸素センサ26の電圧-電流特性上、必ず負の電流が流れる電圧領域で診断用電圧(Vn)を設定し、その電圧印加に伴うセンサ電流Inにより異常診断を実施したため、容易に且つ正確な異常診断が実現できる。

【0046】このとき、限界電流式酸素センサに関する従来の開示技術は、主に限界電流域(電圧-電流特性の平坦領域)に着目したものであったため、酸素センサの断線異常を特定することが困難であったが、本実施例では限界電流域から外れた領域(実際には、限界電流域の下限、上限±0.1V程度)に着目することで断線異常を特定することができる。このとき、コネクタの導通不良等、微小電流しか流れない異常も検出できる。

【0047】また、負のセンサ電流Inが「0」を含む所定範囲内にあれば、その時の空燃比に関係なく異常の旨が断定できるため、CPU48aによる他の確認処理を必要とすることない。つまり、異常診断時の印加電流を特定せずにセンサ電流で異常診断する場合、仮にセンサ電流=0 [mA]となると、それが実際に理想空燃比であることによるものか、断線異常によるものかを判別する処理が必要になるが、上記構成では上記処理を行わなくとも断線異常であると特定できる。その結果、CPU48a(又はエンジン制御部49)による演算負荷増大を招くことなく正確な異常診断を行うことができる。

【0048】また、本実施例の特徴として、診断用電圧(Vn)の印加直後に負のセンサ電流Inによる異常診断を行うと共に、所定時間Taの待機後に再度負のセンサ電流Inによる異常診断を行うようにしたため、酸素センサ26の酸欠異常等、時差的に異常の症状が現れる場合にも対処できる。

【0049】(第2実施例)以下、第2実施例について第1実施例との相違点のみを説明する。図9は第2実施例における空燃比検出ルーチンを示すフローチャートである。

【0050】図9において、ステップ201～204は、図5のステップ101～104の処理と同じであり、通常時はステップ201が否定判別されて空燃比検出処理が実施される。また、所定の診断周期(1～数秒)で異常診断処理(ステップ205～208)が実施される。このとき、CPU48aは、ステップ205で診断用電圧としての正の印加電圧Vpを印加する。ここで「Vp」は、図10に示す電圧-電流特性上、いかなる空燃比であっても必ず正のセンサ電流Ipが流れるような電圧値( $Vp > V2$ )であり(図10のA2領域の電圧値)、本実施例では $Vp = 1.0$  [ボルト]に設定されている。

【0051】そして、Vp印加後、CPU48aは、ステップ206で正のセンサ電流Ipを検出し、続くステップ207で当該正のセンサ電流Ipが所定の異常判定値Ipc(本実施例では、1mA)よりも大きい値であ

るか否かを判別する。このとき、酸素センサ26が正常であれば正のセンサ電流 $I_p$ が異常判定値 $I_{pc}$ よりも大きな値となり ( $I_p > I_{pc}$ ) 、CPU48aはステップ207を肯定判別してステップ201に戻る。

【0052】また、例えば前述の図4(a), (b)に示す形態の異常(断線異常等)が発生していれば $I_p = 0$  [mA]となり、ステップ207が否定判別される ( $I_p \leq I_{pc}$ )。かかる場合、CPU48aはステップ208に進み、異常判定信号をエンジン制御部49に對して出力する。エンジン制御部49は、CPU48aからの異常判定信号を受けて警告灯29を点灯表示させると共に、空燃比制御を中断する。

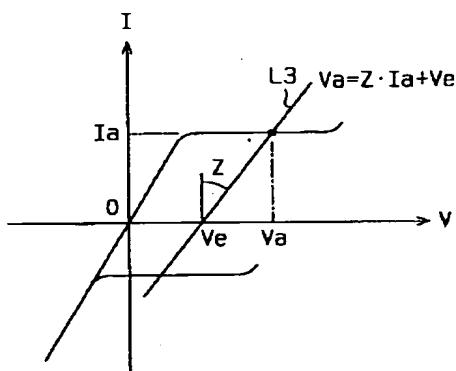
【0053】以上第2実施例では、診断用電圧として正の印加電圧 $V_p$ を用いて異常診断を行ったが、電圧-電流特性上、いかなる空燃比でもセンサ電流が正の電流値となるような診断用電圧を用いることにより、上記第1実施例と同様に、容易且つ正確に異常診断を行うことができる。

【0054】なお、本発明は上記実施例の他に、次の様態にて具体化することができる。上記第1実施例では、図5のフローで診断用電圧としての負の印加電圧 $V_n$ を「-0.2ボルト」としたが、勿論これを変更してもよい。この場合、変更しうる範囲は、図3(b)のA1領域内の電圧であればよい。

【0055】また、上記第2実施例では、図9のフローで診断用電圧としての正の印加電圧 $V_n$ を「1.0ボルト」としたが、勿論これを変更してもよい。この場合、変更しうる範囲は、図3(b)のA2領域内の電圧であればよい。

【0056】また、上述した図3(b)の酸素センサ26の電圧-電流特性においては、抵抗支配域における特性線L1の傾きが素子の内部抵抗値に相当する。従って、この内部抵抗値から抵抗支配域の直線のV軸との切片(V1)を求め、この「V1」を求めた上で、特性上、必ず負のセンサ電流 $I_n$ が流れる負の印加電圧 $V_n$ を設定するようにしてもよい ( $V_n < V1$ )。

【図6】



【0057】さらに、上記実施例では、異常診断時において、負の電流を判定する際には負のセンサ電流 $I_n$ が-5mAよりも上か否かを判別し、正の電流を判定する際には正のセンサ電流 $I_p$ が1mAよりも下か否かを判別したが、いずれも場合にも単にセンサ電流が「0」か否かを判別するように変更してもよい。

## 【0058】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、限界電流式酸素センサの異常を容易に且つ正確に検出することができるという優れた効果を發揮する。

【0059】請求項2に記載の発明によれば、酸素センサの断線異常を特定することができる。請求項3に記載の発明によれば、診断用電圧を印加したタイミングに対して時差的にその症状が現れる異常をも検出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における空燃比制御装置の概略を示す全体構成図。

【図2】ECU内の電気的構成を示す図。

【図3】酸素センサの断面構成、及び同センサの電圧-電流特性を示す図。

【図4】酸素センサの異常形態を示す図。

【図5】空燃比検出ルーチンを示すフローチャート。

【図6】電圧-電流特性に印加電圧設定線を付記した図。

【図7】限界電流-空燃比の関係を示すマップ。

【図8】印加電圧とセンサ電流の波形を示すタイムチャート。

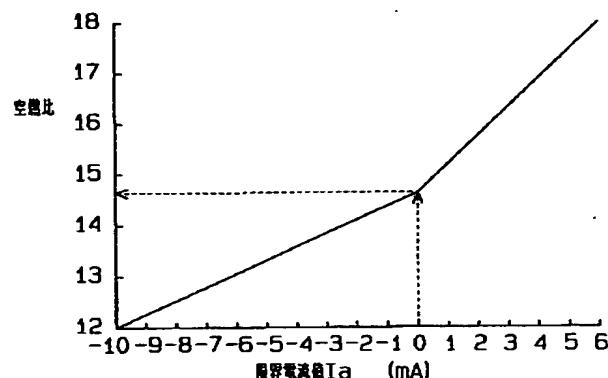
【図9】第2実施例における空燃比検出ルーチンを示すフローチャート。

【図10】電圧-電流特性を示す図。

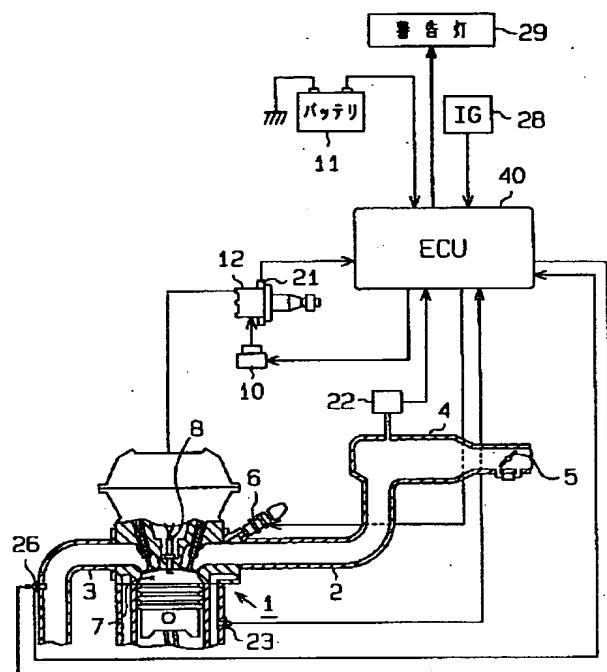
## 【符号の説明】

1…エンジン、3…排気管、26…酸素センサ、34…酸素濃度検出素子としての固体電解質、48a…電圧印加手段、異常診断手段としてのCPU。

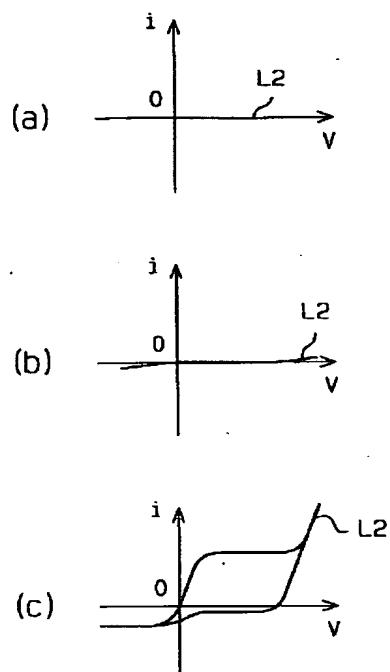
【図7】



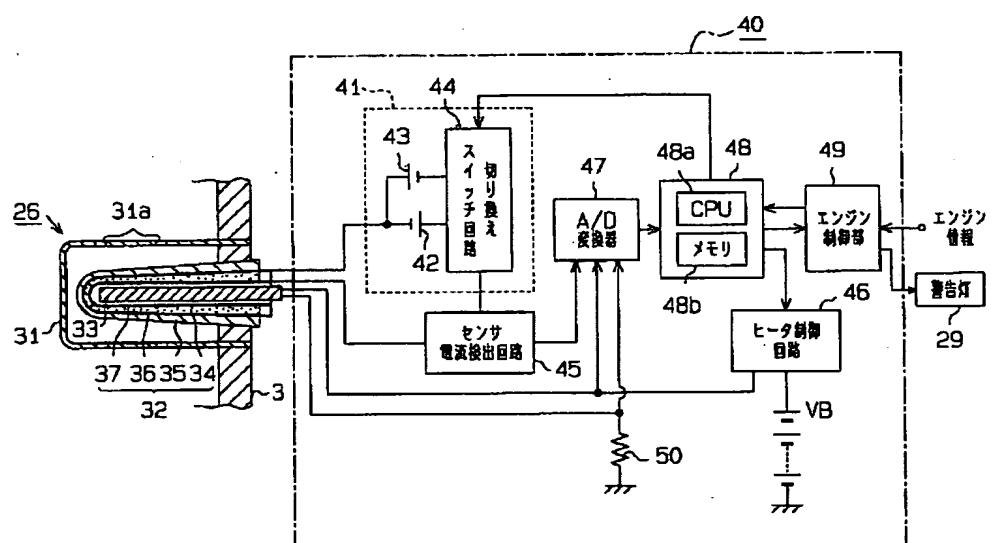
【図1】



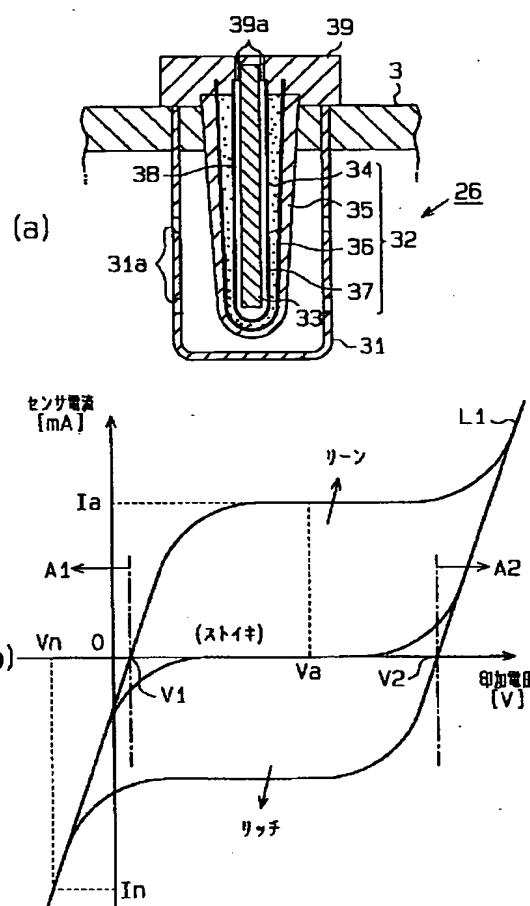
【図4】



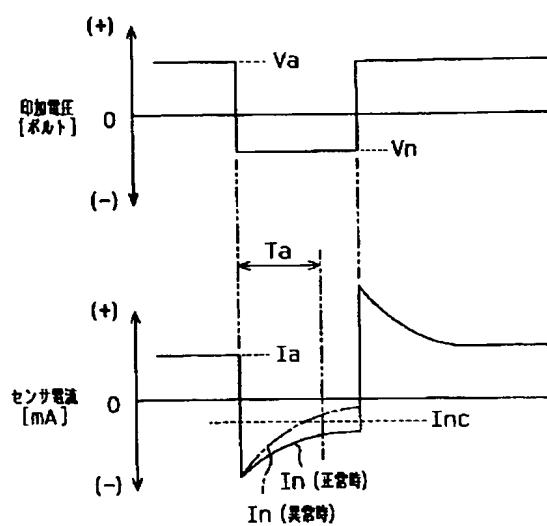
【図2】



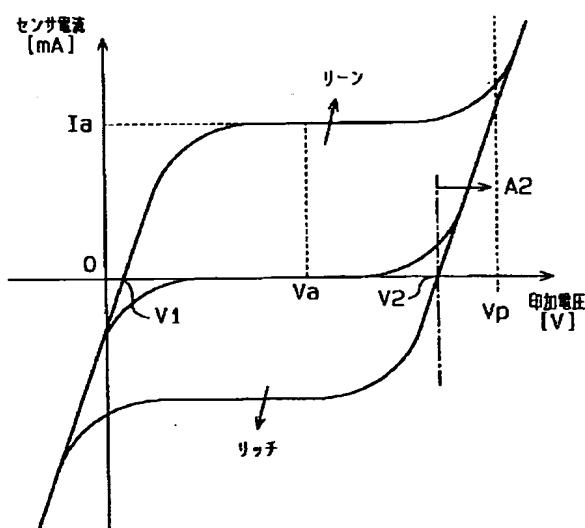
【図3】



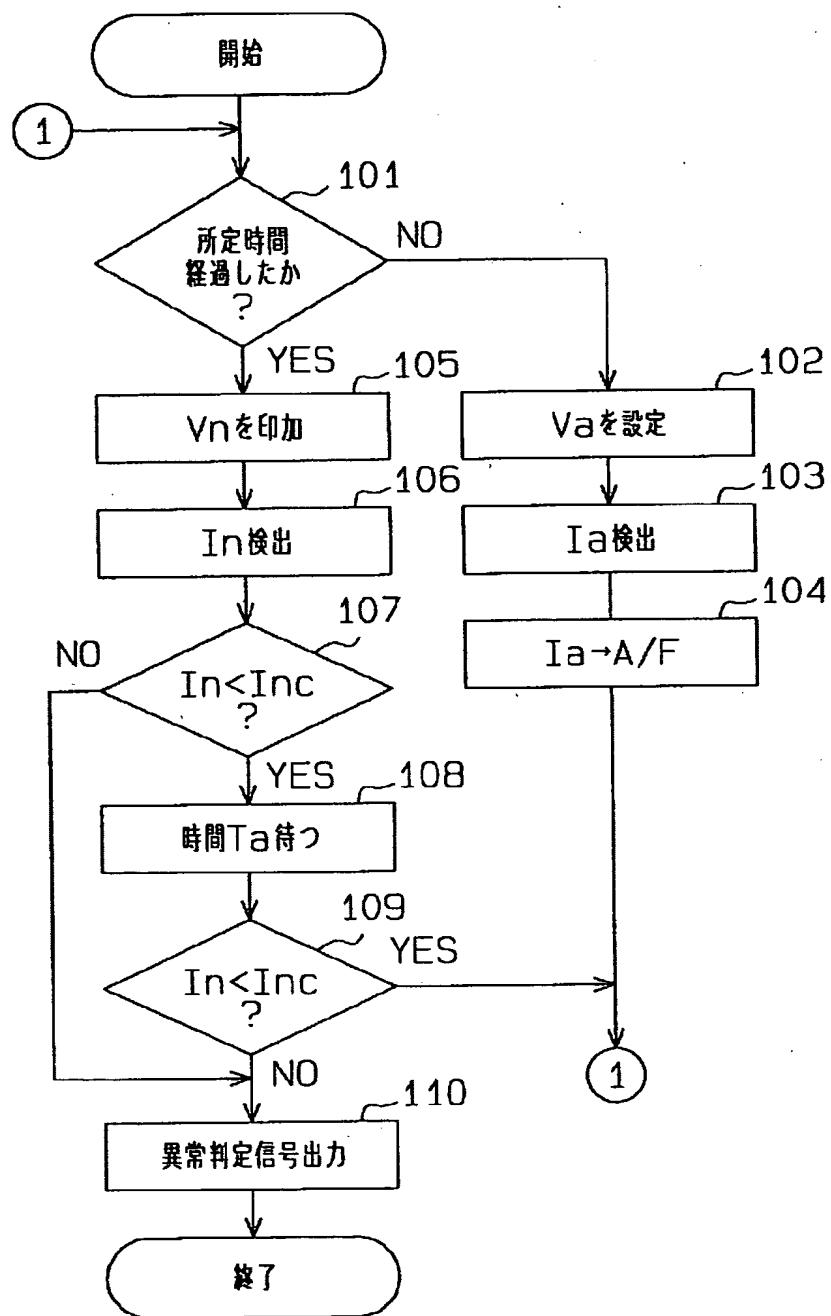
【図8】



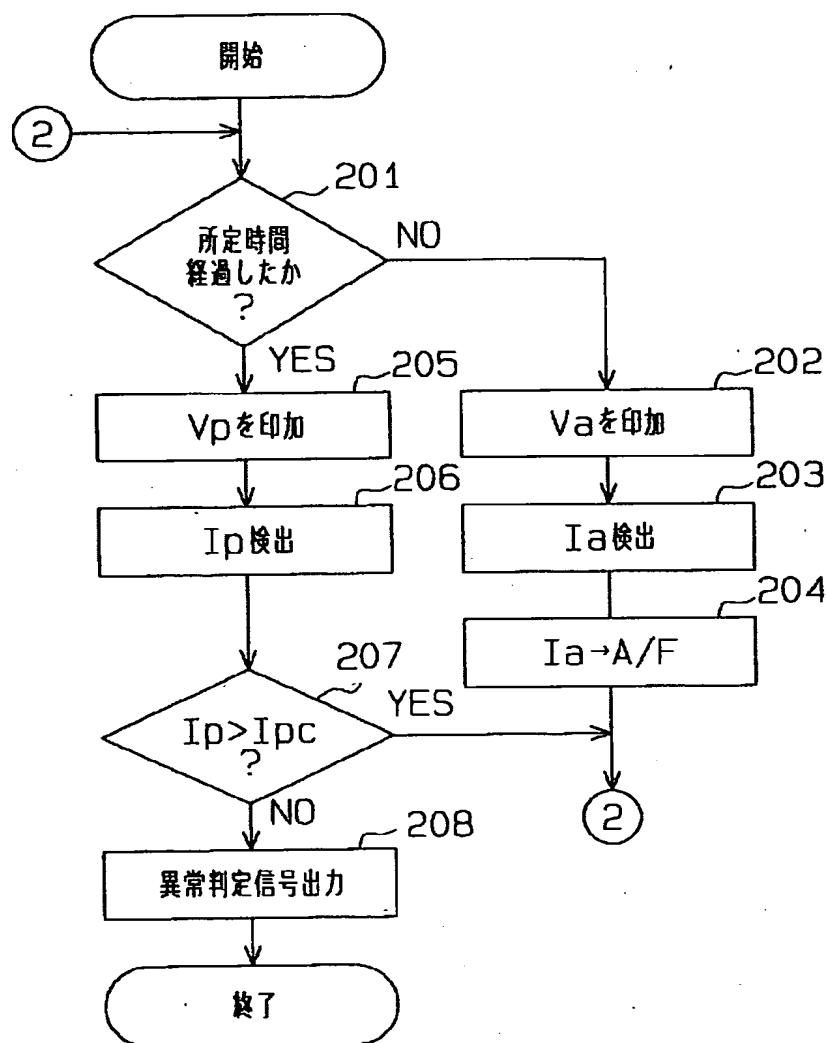
【図10】



【図5】



【図9】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-327586  
(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl. GO1N 27/41  
GO1N 27/26

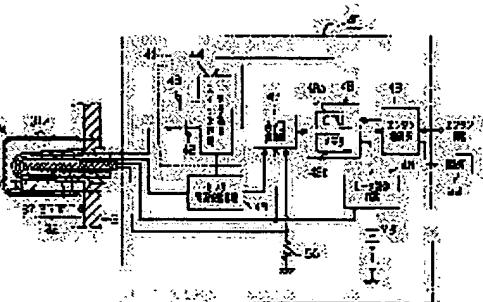
(21)Application number : 07-138244  
(22)Date of filing : 05.06.1995  
(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD  
(72)Inventor : OKAZAKI KAZUHIRO  
TAKAMI MASAYUKI  
MIZOGUCHI ASAMICHI

(54) ABNORMALITY DIAGNOSTIC DEVICE FOR OXYGEN SENSOR

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To easily and accurately diagnose a limiting current type oxygen sensor for any abnormality by applying, to the oxygen sensor, a diagnostic voltage in a voltage range in which a positive or negative current flows, and comparing the detected current value with a predetermined criterion for failure.

**CONSTITUTION:** A CPU s48a, when it is judged that a predetermined time has elapsed since the previous abnormality diagnosis, applies a negative voltage  $V_n$  to an oxygen sensor 26 as a diagnostic voltage, and compares a negative sensor current  $I_n$  detected by a sensor current detecting circuit 45 with a predetermined criterion  $I_{nc}$  for abnormality (a current value within a predetermined range containing at least zero, e.g. 5mA) when  $I_n > I_{nc}$ , it outputs an abnormality signal to an engine control part 49 to turn on an alarm light 29 and to interrupt air-fuel ratio feedback control, and when  $I_n < I_{nc}$ , the CPU waits for a predetermined time (e.g. 100ms) and then compares a negative current  $I_n$  at that time with the criterion  $I_{nc}$  again, and when  $I_n < I_{nc}$ , it judges that the sensor 26 is normal, and executes air-fuel ratio detection, and when  $I_n \leq I_{nc}$ , it judges that the sensor 26 is abnormal, and outputs an abnormality signal to the control part 29.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 30.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Abnormality diagnostic equipment applied to an oxygen sensor which has a voltage-current property which outputs the almost fixed limiting current corresponding to an oxygen density at the time of voltage impression characterized by providing the following A voltage impression means to impress voltage for a diagnosis of a voltage field where positive current or negative current flows on the voltage-current property of said oxygen sensor An abnormality diagnostic means by which the oxygen sensor concerned will diagnose an unusual purport if a current value detected by said oxygen sensor is in predetermined current within the limits which contains "0" at least when voltage for a diagnosis is impressed with said voltage impression means

[Claim 2] Said abnormality diagnostic means is the abnormality diagnostic equipment of an oxygen sensor according to claim 1 it is supposed that they are abnormalities, such as an open circuit, when a current value detected by said oxygen sensor is "0."

[Claim 3] While leading gas of oxygen density known inside an oxygen density sensing element which was prepared in an exhaust pipe of car motor and formed in the shape of a cup It is applied to an oxygen sensor which leads exhaust gas to the outside. Said abnormality diagnostic means Abnormality diagnostic equipment of an oxygen sensor according to claim 1 or 2 with which the oxygen sensor concerned will diagnose an unusual purport if a current value detected by said oxygen sensor is in predetermined current within the limits which contains "0" at least after predetermined time passes since voltage impression by said voltage impression means.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION****[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the abnormality diagnostic equipment applied to the oxygen sensor of a limiting current method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, for example, car motor, the oxygen sensor of the limiting current method which detects an air-fuel ratio to a linear according to the oxygen density in exhaust gas is adopted. the oxygen sensor of this limiting current method has the voltage-current property which outputs the limiting current of about 1 law corresponding to an oxygen density at the time of voltage impression, and an air-fuel ratio is called for in the Air Fuel Ratio Control system of said car motor according to the limiting current value at that time.

[0003] Moreover, the technology of detecting that abnormality in a sensor with a sufficient precision is demanded, and he changes applied voltage gradually in the flat field (limiting current region) in the voltage-current property of an oxygen sensor, and is trying to diagnose the deterioration condition of an oxygen sensor by JP,1-262460,A with the oxygen sensor of the above-mentioned limiting current method according to the degree of lowering of the limiting current in that case as this kind of technology.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned official report, the abnormality is undetectable at the times of an abnormal occurrence from which a sensor output does not change, such as the time of an open circuit, for example. That is, by the diagnostic method of the above-mentioned official report, while the sensor output at the time of the abnormalities in an open circuit has been "0mA", when not changing, there was a possibility of carrying out a misjudgment law to it being normal.

[0005] Moreover, when the sensor output (limiting current) was "0mA", judging with an open circuit being unusual was also considered, but since a sensor output (limiting current) was set to "0mA" with an ideal air-fuel ratio (SUTOIKI) even if an oxygen sensor is normal, a positive abnormality judging was not able to be performed only by judging a sensor output.

[0006] This invention is made paying attention to the above-mentioned problem, and the place made into that object is to offer the abnormality diagnostic equipment of an oxygen sensor which can detect the abnormalities of a limiting current type oxygen sensor to accuracy easily.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, invention according to claim 1 It is the abnormality diagnostic equipment applied to an oxygen sensor which has a voltage-current property which outputs the limiting current of about 1 law corresponding to an oxygen density at the time of voltage impression. A voltage impression means to impress voltage for a diagnosis of a voltage field where positive current or negative current flows on the voltage-current property of said oxygen sensor. If a current value detected by said oxygen sensor is in predetermined current within the limits which contains "0" at least when voltage for a diagnosis is impressed with said voltage impression means, the oxygen sensor concerned makes it a summary to have an abnormality diagnostic means to diagnose an unusual purport.

[0008] In invention according to claim 2, in invention according to claim 1, said abnormality diagnostic means presupposes that they are abnormalities, such as an open circuit, when a current value detected by said oxygen sensor is "0."

[0009] While leading gas of oxygen density known inside an oxygen density sensing element which was prepared in an exhaust pipe of car motor and formed in the shape of a cup in invention according to claim 1 or 2 in invention according

to claim 3 It is applied to an oxygen sensor which leads exhaust gas to the outside. Said abnormality diagnostic means If a current value detected by said oxygen sensor is in predetermined current within the limits which contains "0" at least after predetermined time passes since voltage impression by said voltage impression means, the oxygen sensor concerned will diagnose an unusual purport.

[0010]

[Function] According to invention according to claim 1, a voltage impression means impresses the voltage for a diagnosis of the voltage field where positive current or negative current flows on the voltage-current property of an oxygen sensor. If the current value detected by the oxygen sensor is in predetermined current within the limits which contains "0" at least when an abnormality diagnostic means impresses the voltage for a diagnosis with a voltage impression means, the oxygen sensor concerned will diagnose an unusual purport.

[0011] In short, the oxygen sensor has the voltage-current property which outputs the almost fixed limiting current corresponding to an oxygen density at the time of voltage impression. In this case, in this voltage-current property, if it is an ideal air-fuel ratio in Air Fuel Ratio Control of an automobile, the limiting current will be set to "0." Moreover, in a hyperoxia region (Lean field), the limiting current turns into current negative in the limiting current on positive current in an oxygen too little region (rich field). On the other hand, if the oxygen sensor is normal, the voltage field where the positive current or the negative current which is not related to an oxygen density flows exists, and even if it is an ideal air-fuel ratio, positive or negative current will flow in this voltage field.

[0012] Therefore, an abnormality diagnosis can be easily carried out to accuracy by setting up the voltage for a diagnosis in the above-mentioned voltage field, and carrying out an abnormality diagnosis according to the sensor current accompanying the voltage impression. An abnormality diagnosis is realized by easy processing, without needing other software processings etc., since the purport of abnormalities can be concluded regardless of the oxygen density at that time if sensor current is in predetermined within the limits containing "0" at this time. That is, although the processing which distinguishes what it depends on an oxygen density condition, and the thing depended unusually is needed when sensor current is "0" mostly, this is not needed with the above-mentioned configuration.

[0013] According to invention according to claim 2, an abnormality diagnostic means presupposes that an open circuit is unusual, when the current value detected by the oxygen sensor is "0." That is, in an above-mentioned voltage field, since sensor current should flow, if it is sensor current =0, it can specify that an open circuit is unusual.

[0014] In addition, sensor current = an element crack is also considered as abnormalities it is normal to 0. That is, since it consists of concentration cell forms, if an element (oxygen density sensing element which consists of a solid electrolyte) breaks, the inside and outside of an element will be open for free passage, and the concentration difference of gas of this kind of limiting current type oxygen sensor will be lost. Therefore, sensor current is set to "0." So, on these descriptions, the abnormalities in an open circuit shall mean the thing of the abnormalities from which sensor current is set to "0" in a wide sense, and the abnormalities in an element crack shall also be included.

[0015] If it is in predetermined current within the limits in which the current value detected by the oxygen sensor contains "0" at least after predetermined time passes since voltage impression [ according to invention according to claim 3 ] according [ an abnormality diagnostic means ] to a voltage impression means, the oxygen sensor concerned will diagnose an unusual purport. That is, while forming an oxygen concentration sensing element (for example, solid electrolytes, such as a zirconia) in the shape of a cup and leading the gas (for example, atmospheric air) of oxygen concentration known to the inside, in the oxygen sensor it was made to lead into exhaust gas, the limiting current is detected on the outside using the internal and external oxygen ion conductivity of an oxygen concentration sensing element. When the path which leads inside an oxygen density sensing element (atmospheric-air room) is closed, the oxygen in the same room runs short and it becomes impossible however, to secure detection actuation of a normal oxygen density. In this case, although the sensor current in an oxygen too little region (rich field) will not flow, sensor current flows momentarily by the oxygen which remains inside an oxygen density sensing element (atmospheric-air room). therefore -- after voltage impression and \*\*\*\*\* -- since -- performing an abnormality diagnosis -- the above -- it can be coped with also when [ like ] the symptom of abnormalities appears in time difference, and an exact abnormality diagnosis is attained.

[0016]

[Example]

(The 1st example) The 1st example which materialized this invention with the air-fuel ratio control system of an automobile engine is hereafter explained according to a drawing.

[0017] Drawing 1 is the block diagram showing the outline of an internal combustion engine's air-fuel ratio control system in this example. In drawing 1, the inlet pipe 2 and the exhaust pipe 3 are connected to the 4-cylinder jump-spark-ignition type gasoline engine (only henceforth an engine) 1. A surge tank 4 is formed in the middle of an inlet

pipe 2, and the throttle valve 5 interlocked with treading-in actuation of the accelerator pedal which is not illustrated is arranged in the upstream of this surge tank 4. Moreover, the injector 6 for carrying out injection supply of the fuel (gasoline) is arranged in the combustion chamber 7 of each cylinder by the inlet pipe (inlet port) 2 for every cylinder in an engine 1.

[0018] The ignition plug 8 is arranged in the combustion chamber 7 of each cylinder. In an ignitor 10, high tension is generated from the voltage of a battery 11, and the high tension is distributed to each point fire plug 8 by the distributor 12. The crank angle sensor 21 which generates a crank angle signal for every (every [ for example, ] 30-degreeCA) predetermined crank angle with a revolution of the crankshaft of an engine 1 is arranged by the distributor 12. Moreover, the inlet-pipe internal pressure sensor 22 is formed in a surge tank 4, and inlet-pipe internal pressure (depression at engine manifold) is detected by this sensor 22. The coolant temperature sensor 23 for detecting the temperature of engine cooling water is formed in the cylinder block of an engine 1.

[0019] Moreover, the limiting current-type oxygen sensor 26 is formed in the exhaust pipe 3 of an engine 1, and this oxygen sensor 26 outputs a linear detecting signal in proportion to the oxygen density in exhaust gas. In addition, the catalytic converter which is not illustrated is arranged in the lower stream of a river of an oxygen sensor 26, and exhaust gas is purified by this converter.

[0020] The detecting signal of each above-mentioned sensor is inputted into an electronic control (henceforth ECU) 40. While ECU40 operates considering a battery 11 as a power supply and starting an engine 1 with the ON signal of an ignition switch 28, feedback control of the air-fuel ratio is carried out during engine operation near the aim air-fuel ratio (for example, theoretical air fuel ratio) by carrying out increase and decrease of the air-fuel ratio correction factor of amendment based on the output signal of an oxygen sensor 26. Moreover, ECU40 performs the abnormality diagnostic process in a sensor mentioned later, diagnoses the existence of the abnormalities of an oxygen sensor 26, turns on an alarm lamp 29 at the time of abnormalities, and warns an operator of the purport of an abnormal occurrence.

[0021] Drawing 3 is drawing showing the outline cross section of an oxygen sensor 26, and the voltage-current property of an oxygen sensor 26. In drawing 3 (a), the oxygen sensor 26 protrudes towards the interior of an exhaust pipe 3, and this sensor 26 is divided roughly into covering 31, the main part 32 of a sensor, and a heater 33. As for covering 31, stoma 31a of a large number which open the inside and outside of covering for free passage to nothing and its peripheral wall is formed in the shape of a cross-section KO character. The main part 32 of a sensor generates the limiting current corresponding to combustible-gas concentration, such as a carbon monoxide (CO) in the oxygen concentration in an air-fuel ratio Lean field, or an air-fuel ratio rich field.

[0022] The configuration of the main part 32 of a sensor is explained in full detail. In the main part 32 of a sensor, to the outside surface of the solid electrolyte 34 formed in the shape of a cross-section cup, the exhaust gas lateral electrode layer 36 fixed, and the atmospheric-air lateral electrode layer 37 has fixed to the internal surface. Moreover, the diffused-resistor layer 35 is formed in the outside of the exhaust gas lateral electrode layer 36 by the plasma metal spray method etc. a solid electrolyte 34 -- ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ThO<sub>2</sub>, and Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> etc. -- CaO, MgO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> etc. -- it consists of an oxygen ion conductivity oxide sintered compact made to dissolve as a stabilizer, and the diffused-resistor layer 35 consists of heat-resistant mineral matter, such as an alumina, MAGUNESHA, quality of a quartzite, a spinel, and a mullite. The exhaust gas lateral electrode layer 36 and the atmospheric-air lateral electrode layer 37 both consist of high noble metals of the catalytic activity of platinum etc., and are formed in the front face of a solid electrolyte 34 in porous chemical plating etc. In addition, the area and thickness of the exhaust gas lateral electrode layer 36 are 2 10-100mm. It reaches, and has become about 0.5-2.0 micrometers, and, on the other hand, the area and thickness of the atmospheric-air lateral electrode layer 37 are 2 10mm. They are the above and about 0.5-2.0 micrometers. A solid electrolyte 34 is equivalent to an oxygen density sensing element.

[0023] The heater 33 is held in the atmospheric-air room 38 in the atmospheric-air lateral electrode layer 37, and heats the main part 32 (the atmospheric-air lateral electrode layer 37, a solid electrolyte 34, the exhaust gas lateral electrode layer 36, and diffused-resistor layer 35) of a sensor with the exoergic energy. The heater 33 has sufficient exoergic capacity to activate the main part 32 of a sensor.

[0024] Moreover, some oxygen sensors 26 are exposed to the exhaust pipe 3 exterior, and the cap 39 is attached in the outcrop. Atmospheric-air installation hole 39a for introducing atmospheric air into the atmospheric-air room 38 is formed in the cap 39.

[0025] In the oxygen sensor 26 of the above-mentioned configuration, the main part 32 of a sensor generates shade electromotive force at a theoretical-air-fuel-ratio point, and generates the limiting current according to the oxygen density (flow of the oxygen ion in a solid electrolyte 34) of the Lean field from a theoretical-air-fuel-ratio point. In this case, the limiting current corresponding to an oxygen density is determined by the area of the exhaust gas lateral electrode layer 36, the thickness of the diffused-resistor layer 35, porosity, and the average aperture. Moreover, although

the main part 32 of a sensor can detect an oxygen density in a linear property, since the activity temperature requirement of this main part 32 of a sensor is narrow, it cannot control an active region by heating only by the exhaust gas of an engine 1, while elevated temperature about 650 degrees C or more is needed for activating this main part 32 of a sensor. Therefore, temperature control of the main part 32 of a sensor is carried out by heating control of a heater 33. In addition, rather than theoretical air fuel ratio, in the field by the side of rich, the concentration of the carbon monoxide (CO) which is unburned gas changes to a linear mostly to an air-fuel ratio, and the main part 32 of a sensor generates the limiting current according to CO concentration.

[0026] Moreover, as shown in drawing 3 (b), the voltage-current property of an oxygen sensor 26 shows that the relation between the inrush current to the solid electrolyte 34 of the main part 32 of a sensor proportional to the detection oxygen density (air-fuel ratio) of the oxygen sensor 26 concerned and the applied voltage to this solid electrolyte 34 is linear. And when the main part 32 of a sensor is in an active state, the condition that it was stabilized that it is also with the ultimate lines L1 of a graphic display is shown. In this case, the amount of bay parallel to the voltage shaft V of ultimate lines L1 specifies the limiting current of the main part 32 of a sensor. The change in this limiting current supports the change in an air-fuel ratio (namely, Lean Rich), the limiting current increases, so that an air-fuel ratio is on the Lean side, and the limiting current decreases, so that an air-fuel ratio is on a rich side.

[0027] Moreover, in this voltage-current property, the voltage region smaller than a part for a bay parallel to the voltage shaft V is a resistance control region, and the inclination of the ultimate lines L1 in that resistance control region is specified with the internal resistance of the solid electrolyte 34 in the main part 32 of a sensor. Since this internal resistance changes in connection with a temperature change, if the temperature of the main part 32 of a sensor falls, the above-mentioned inclination will become small according to buildup of internal resistance. In addition, in this drawing, when an air-fuel ratio is an ideal air-fuel ratio (SUTOIKI), sensor current (limiting current) is set to "0." The ultimate lines L1 in a resistance control region are slightly shifted to the positive voltage side with the electromotive force of an oxygen sensor 26.

[0028] And in ultimate lines L1, if applied voltage Va is impressed to the solid electrolyte 34 of the main part 32 of a sensor, the limiting current value Ia corresponding to the air-fuel ratio at that time will be detected. In this case, whenever an engine 1 is the so-called "lean burn engine" which uses only the Lean field of an air-fuel ratio, the limiting current will serve as a positive current value. Moreover, in the above-mentioned lean burn engine, the negative sensor current In to which the current which flows on the main part 32 of a sensor is not dependent on an oxygen density, and is proportional only to temperature is detected by impressing the negative applied voltage Vn to the solid electrolyte 34 of the main part 32 of a sensor. However, when detecting the air-fuel ratio of a rich field, the negative limiting current according to the rich air-fuel ratio will be detected by impressing the applied voltage of a negative side (or positive side).

[0029] On the other hand, in drawing 3 (b), voltage V1 is voltage smaller than the minimum of the limiting current region (flat region which was in agreement with V shaft) in an ideal air-fuel ratio (about 14.7), and no matter the voltage field not more than voltage V1 (field shown by A1 of drawing) may be what air-fuel ratio, it corresponds the field where sensor current serves as a negative current value. Moreover, voltage V2 is bigger voltage than the maximum of the limiting current region in an ideal air-fuel ratio, and no matter the voltage field beyond voltage V2 (field shown by A2 of drawing) may be what air-fuel ratio, it corresponds the field where sensor current serves as a positive current value.

[0030] Drawing 2 is drawing showing the electric configuration of ECU40 (however, the cap 39 of an oxygen sensor 26 is omitted and shown). In drawing 2, the bias control circuit 41 is connected to the exhaust gas lateral electrode layer 36 of the main part 32 of a sensor, and the atmospheric-air lateral electrode layer 37 of the main part 32 of a sensor is connected to it through the sensor current detector 45 in this bias control circuit 41. The bias control circuit 41 is constituted by DC power supply 42 for positive bias, DC power supply 43 for negative bias, and the transfer-switch circuit 44. Both the negative side electrode of DC power supply 42 for positive bias and the positive lateral electrode of DC power supply 43 for negative bias are connected to the exhaust gas lateral electrode layer 36.

[0031] The transfer-switch circuit 44 connects only the negative side electrode of DC power supply 43 for negative bias to the sensor current detector 45 in the state of the 2nd switch while connecting only the positive lateral electrode of DC power supply 42 for positive bias to the sensor current detector 45 in the state of the 1st switch. That is, when the transfer-switch circuit 44 is in the 1st switch condition, DC power supply 42 for positive bias carry out positive bias of the solid electrolyte 34 of the main part 32 of a sensor, and the current of the positive direction flows to this solid electrolyte 34. On the other hand, when the transfer-switch circuit 44 is in the 2nd switch condition, DC power supply 43 for negative bias carry out negative bias of the solid electrolyte 34, and the current of the negative direction flows to this solid electrolyte 34.

[0032] The sensor current detector 45 detects the current which flows to the current which flows to the transfer-switch

circuit 44 from the atmospheric-air lateral electrode layer 37 of the main part 32 of a sensor, or its hard flow, i.e., the current which flows a solid electrolyte 34. Moreover, the heater control circuit 46 carries out duty control of the power supplied to a heater 33 from the battery power supply VB according to \*\*\*\*\* and heater temperature of an oxygen sensor 26, and performs heating control of a heater 33. The current which flows at a heater 33 is detected by the current detection resistance 50.

[0033] A/D converter 47 changes sensor current, the heater current, and the applied voltage of a heater 33 into a digital signal, and outputs them to a microcomputer 48. A microcomputer 48 is constituted by memory 48b which consists of CPU48a which performs various data processing, a ROM, and RAM, and controls the bias control circuit 41 and the heater control circuit 46 according to a predetermined computer program. The engine control section 49 inputs said various sensor signals as engine information, and detects an intake-air temperature, a depression at engine manifold, cooling water temperature, an engine speed, the vehicle speed, etc. And the fuel injection by the injector 6 is controlled based on such engine information. Moreover, according to the abnormality judging signal from a microcomputer 48, the alarm lamp is indicated by burning. In addition, the voltage impression means and the abnormality diagnostic means are constituted from this example by CPU48a in a microcomputer 48.

[0034] Next, it explains to the content of the air-fuel ratio detection processing in this example, and the abnormality diagnostic process just. In addition, drawing 4 is drawing showing various kinds of pathomorphism of an oxygen sensor 26. Drawing 5 is a flow chart which shows the air-fuel ratio detection routine which is performed by CPU48a in ECU40 and performs air-fuel ratio detection and an abnormality diagnosis of an oxygen sensor 26.

[0035] First, the pathomorphism of an oxygen sensor 26 is explained using drawing 4 (a) - (c). In addition, the ultimate lines L2 of drawing 4 show the voltage-current property at the time of abnormalities. That is, drawing 4 (a) shows the abnormalities ( $i=0$ ) to which sensor current does not flow at all. Specifically at the time of an open circuit of the element crack of an oxygen sensor 26, wire harness, etc., the above-mentioned abnormalities occur.

[0036] Moreover, drawing 4 (b) shows abnormalities with the minute current value, although sensor current flows slightly. When the defective continuity of a connector who connects an oxygen sensor 26 electrically specifically occurs, the above-mentioned abnormalities occur. That is, when a connector is separating, for example or rust is generated in the flow section of a connector, flow resistance of a connector increases to abbreviation 100-200kohm (usually about 1ohm), and causes the above-mentioned situation.

[0037] Furthermore, drawing 4 (c) shows the abnormalities to which current becomes minute only at the time of negative voltage impression. When atmospheric-air installation hole 39a (refer to drawing 3 ) of the cap 39 attached in the oxygen sensor 26 has specifically been closed from dust, oil, etc., it becomes impossible to introduce atmospheric air to the atmospheric-air room 38 of this sensor 26, and the oxygen in this atmospheric-air room 38 runs short (it is short of oxygen). In this case, the oxygen ionic conduction in the solid electrolyte 34 of an oxygen sensor 26 is barred, negative current decreases, and the above-mentioned abnormalities are caused.

[0038] Subsequently, the air-fuel ratio detection routine of drawing 5 is explained. Now, the routine of drawing 5 is started in connection with powering on to ECU40 accompanying ON actuation of an ignition switch 28, and CPU48a distinguishes whether predetermined time (for example, 1 - about several seconds) has passed since the abnormality diagnosis last at step 101 first. If negative distinction of step 101 is carried out at this time, CPU48a will progress to step 102 and will carry out air-fuel ratio detection processing after it (steps 102-104). Moreover, if affirmation distinction of step 101 is carried out, CPU48a will progress to step 105 and will carry out the abnormality diagnostic process after it (steps 105-110).

[0039] In detail, when negative distinction of step 101 is carried out, CPU48a sets up the applied voltage Va (refer to drawing 3 ) for detecting an air-fuel ratio at step 102, and impresses the voltage Va to an oxygen sensor 26. In this case, applied voltage Va may be a fixed value, or may be an adjustable value. When making applied voltage Va into an adjustable value, the applied voltage Va according to the limiting current value Ia (air-fuel ratio) at that time is set up on the setting-out line L3 using the applied-voltage setting-out line L3 shown in drawing 6 ( $Va=Z \cdot Ia + Ve$ ). however, inclination Z of the setting-out line L3 -- the internal resistance of an element -- about 1 -- I do -- the intercept Ve with V shaft -- the limiting current region in an ideal air-fuel ratio ( $Ia=0mA$ ) -- it is mostly equivalent to a midpoint.

[0040] And after Va impression, CPU48a detects the limiting current value Ia detected by the sensor current detector 45 of drawing 2 at step 103, and asks for the air-fuel ratio corresponding to the limiting current value Ia at that time using the limiting current-air-fuel ratio map of drawing 7 at continuing step 104. The detection result of this air-fuel ratio is sent to the engine control section 49 from a microcomputer 48, and the engine control section 49 performs feed back control of air-fuel ratio according to the air-fuel ratio at that time. Henceforth, CPU48a carries out repeat activation of steps 101-104 until affirmation distinction of step 101 is carried out.

[0041] On the other hand, if affirmation distinction of step 101 is carried out, CPU48a will progress to step 105 and will

impress the negative applied voltage  $V_n$  as voltage for a diagnosis. On the voltage-current property shown in drawing 3, " $V_n$ " is the voltage value ( $V_n < V_1$ ) to which negative sensor current  $I_n$  surely flows, and is set as  $V_n = -0.2[\text{volt}]$  by this example here.

[0042] And after  $V_n$  impression, CPU48a detects the negative sensor current  $I_n$  detected by the sensor current detector 45 of drawing 2 at step 106, and it distinguishes whether it is a value with the negative sensor current  $I_n$  concerned smaller than the predetermined abnormality decision value  $I_{nc}$  (this example -5mA) at continuing step 107. If the abnormalities (abnormalities in an open circuit etc.) of the gestalt shown in (b) at this time (a), for example, above-mentioned drawing 4, have occurred, it will become  $I_n >= 0[\text{mA}]$  and negative distinction of step 107 will be carried out ( $I_n >= I_{nc}$ ). That is, negative sensor current  $I_n$  serves as a current value of predetermined within the limits which contains "0" at least. In this case, CPU48a progresses to step 110 and outputs an abnormality judging signal to the engine control section 49. If it is  $I_n = 0[\text{mA}]$  at this time, the information which specifies it as a thing with an open circuit or an element crack may be outputted. The engine control section 49 interrupts feed back control of air-fuel ratio while indicating the alarm lamp 29 by burning in response to the abnormality judging signal from CPU48a.

[0043] Moreover, when affirmation distinction of step 107 is carried out ( $I_n < I_{nc}$ ), CPU48a progresses to step 108 and only predetermined time  $T_a$  (this example 100ms) stands by. And CPU48a distinguishes again whether it is a value with the negative sensor current  $I_n$  smaller than the predetermined abnormality decision value  $I_{nc}$  (-5mA) at that time at step 109 after standby of predetermined time  $T_a$ . In this case, if the oxygen sensor 26 is normal, negative sensor current will be smaller than the abnormality decision value  $I_{nc}$  ( $I_n < I_{nc}$ ), and CPU48a will carry out affirmation distinction of step 109, and will return to step 101. Then, CPU48a carries out air-fuel ratio detection at steps 102-104 again.

[0044] Moreover, if the oxygen sensor 26 is unusual in step 109, it will become  $I_n >= I_{nc}$ , and CPU48a carries out negative distinction of step 109, and progresses to step 110. That is, when [ above-mentioned ] the abnormalities (abnormalities in an oxygen deficiency) of the gestalt shown in drawing 4 (c) occur Although negative current flows momentarily by the oxygen which remains in the atmospheric-air room 38 immediately after impressing the negative applied voltage  $V_n$  as shown in drawing 8, if the oxygen is lost waiting [ predetermined time  $T_a$  ] The oxygen ionic conduction in the solid electrolyte 34 of an oxygen sensor 26 will be barred, and negative sensor current will hardly flow. In addition, the continuous line of drawing 8 shows actuation of positive always. Therefore, at the time of the above-mentioned abnormalities in an oxygen deficiency, after a normal judging is carried out at step 107, an abnormality judging is carried out at step 109.

[0045] As explained in full detail above, since the voltage for a diagnosis ( $V_n$ ) was set up in the voltage field in which negative current surely flows and the abnormality diagnosis was carried out according to the sensor current  $I_n$  accompanying the voltage impression, according to this example, an easy and exact abnormality diagnosis is realizable on the voltage-current property of an oxygen sensor 26.

[0046] Although it was difficult to specify the abnormalities in an open circuit of an oxygen sensor since the conventional disclosure technology about a limiting current type oxygen sensor mainly paid its attention to the limiting current region (flat field of a voltage-current property) at this time, at this example, the abnormalities in an open circuit can be specified by paying one's attention to the field (about [ Actually the minimum of a limiting current region, a maximum\*\*0.1 ] V) from which it separated from the limiting current region. At this time, the abnormalities to which only minute current, such as defective continuity of a connector, flows are also detectable.

[0047] Moreover, if negative sensor current  $I_n$  is in predetermined within the limits containing "0", since the purport of abnormalities can be concluded regardless of the air-fuel ratio at that time, other check processings by CPU48a are not needed. That is, if it becomes sensor current  $= 0[\text{mA}]$  when carrying out an abnormality diagnosis with sensor current, without specifying the force current at the time of an abnormality diagnosis, it can specify that it will not be because it is an ideal air-fuel ratio actually and that an open circuit is unusual even if it does not perform the above-mentioned processing with the above-mentioned configuration although the processing which distinguishes whether it is what is depended on the abnormalities in an open circuit is needed. Consequently, an exact abnormality diagnosis can be performed, without causing the operation load buildup by CPU48a (or engine control section 49).

[0048] Moreover, while performing the abnormality diagnosis by negative sensor current  $I_n$  immediately after impression of the voltage for a diagnosis ( $V_n$ ) as a feature of this example, in order to perform the abnormality diagnosis by negative sensor current  $I_n$  again after standby of predetermined time  $T_a$ , the abnormalities in an oxygen deficiency of an oxygen sensor 26 etc. can cope with it, also when the symptom of abnormalities appears in time difference.

[0049] (The 2nd example) Only a point of difference with the 1st example is hereafter explained about the 2nd example. Drawing 9 is a flow chart which shows the air-fuel ratio detection routine in the 2nd example.

[0050] In drawing 9, steps 201-204 are the same as processing of steps 101-104 of drawing 5, at the time, negative

distinction of step 201 is carried out, and air-fuel ratio detection processing is usually carried out. Moreover, an abnormality diagnostic process (steps 205-208) is carried out a predetermined diagnostic period (1 - several seconds). At this time, CPU48a impresses the positive applied voltage \*\*\*\* as voltage for a diagnosis at step 205. On the voltage-current property shown in drawing 10, no matter "\*\*\*\*" may be what air-fuel ratio, it is the voltage value (\*\*\*\*>V2) to which positive sensor current Ip surely flows (voltage value of A2 field of drawing 10), and is set as \*\*\*\*=1.0[mA] by this example here.

[0051] And after \*\*\*\* impression, CPU48a detects sensor current Ip positive at step 206, and it distinguishes whether it is a value with the positive larger sensor current Ip concerned than the predetermined abnormality decision value Ipc (this example 1mA) at continuing step 207. At this time, if the oxygen sensor 26 is normal, positive sensor current Ip will serve as a bigger value than the abnormality decision value Ipc ( $Ip > Ipc$ ), and CPU48a carries out affirmation distinction of step 207, and returns to step 201.

[0052] Moreover, if the abnormalities (abnormalities in an open circuit etc.) of the gestalt shown, for example in above-mentioned drawing 4 (a) and (b) have occurred, it will become  $Ip \approx 0$  [mA] and negative distinction of step 207 will be carried out ( $Ip \leq Ipc$ ). In this case, CPU48a progresses to step 208 and outputs an abnormality judging signal to the engine control section 49. The engine control section 49 interrupts Air Fuel Ratio Control while indicating the alarm lamp 29 by burning in response to the abnormality judging signal from CPU48a.

[0053] Above, in the 2nd example, although the abnormality diagnosis was performed using the positive applied voltage \*\*\*\* as voltage for a diagnosis, an abnormality diagnosis can be performed to easy and accuracy like the 1st example of the above on a voltage-current property by using voltage for a diagnosis from which sensor current serves as a positive current value with any air-fuel ratios.

[0054] In addition, this invention can be materialized with the following aspect other than the above-mentioned example. In the 1st example of the above, although negative applied voltage Vn as voltage for a diagnosis was made into "-0.2 volts" by the flow of drawing 5, of course, this may be changed. In this case, the range which can be changed should just be the voltage in A1 field of drawing 3 (b).

[0055] Moreover, in the 2nd example of the above, although positive applied voltage Vn as voltage for a diagnosis was made into "1.0 volts" by the flow of drawing 9, of course, this may be changed. In this case, the range which can be changed should just be the voltage in A2 field of drawing 3 (b).

[0056] Moreover, in the voltage-current property of the oxygen sensor 26 of drawing 3 (b) mentioned above, the inclination of the ultimate lines L1 in a resistance control region is equivalent to the internal resistance value of an element. Therefore, you may make it set up on a property the negative applied voltage Vn to which negative sensor current In surely flows, after calculating the intercept (V1) with V shaft of the straight line of a resistance control region from this internal resistance value and calculating this "V1" ( $Vn < V1$ ).

[0057] Furthermore, when judging negative current at the time of an abnormality diagnosis, negative sensor current In distinguished whether it was a top [ mA / -5], in the above-mentioned example, when judging positive current, positive sensor current Ip distinguished whether it was under from 1mA, but all may be changed so that sensor current may only distinguish also to a case whether it is "0."

[0058]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, the outstanding effect that the abnormalities of a limiting current type oxygen sensor are easily detectable to accuracy is demonstrated.

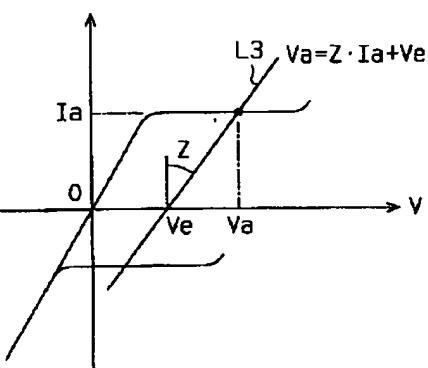
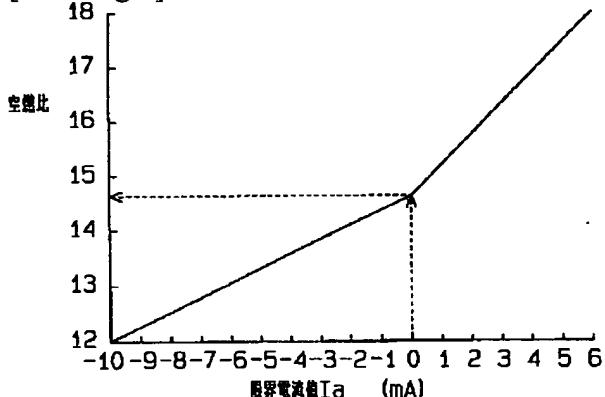
[0059] According to invention according to claim 2, the abnormalities in an open circuit of an oxygen sensor can be specified. According to invention according to claim 3, the abnormalities in which the symptom appears in time difference to the timing which impressed the voltage for a diagnosis are also detectable.

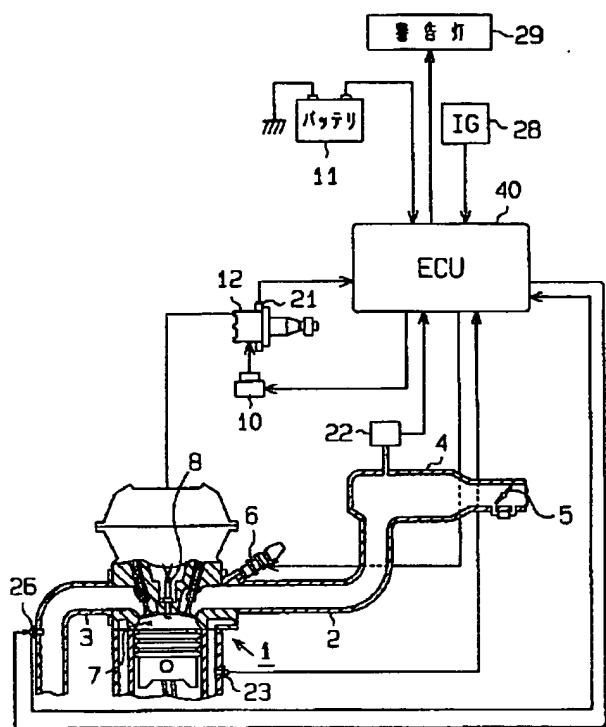
[Translation done.]

**\* NOTICES \***

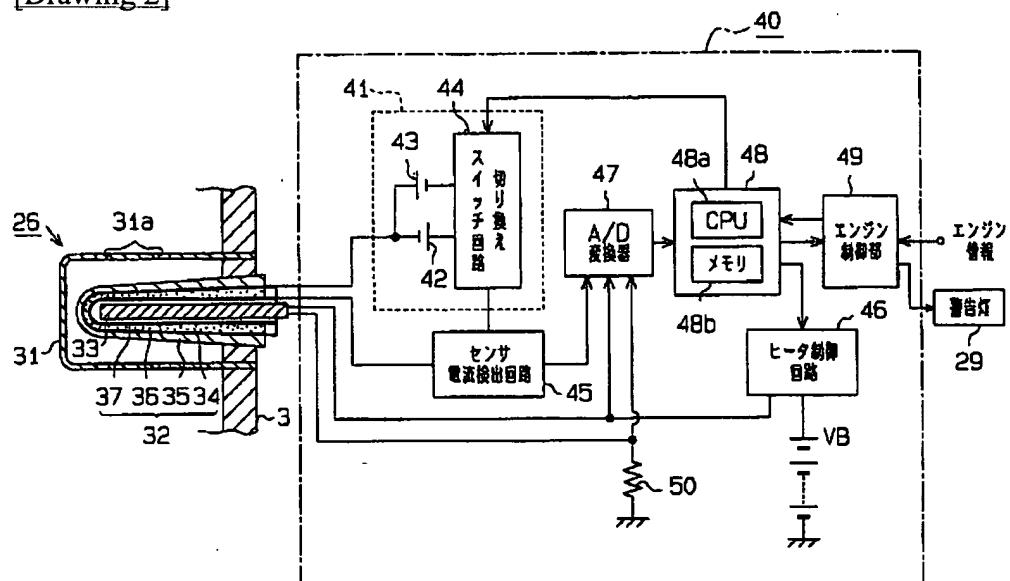
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

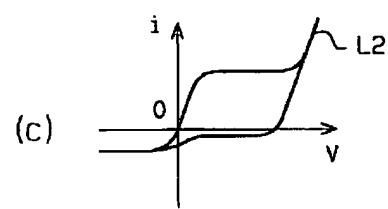
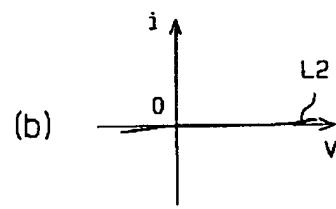
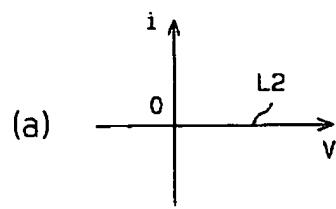
**DRAWINGS****[Drawing 6]****[Drawing 7]****[Drawing 1]**



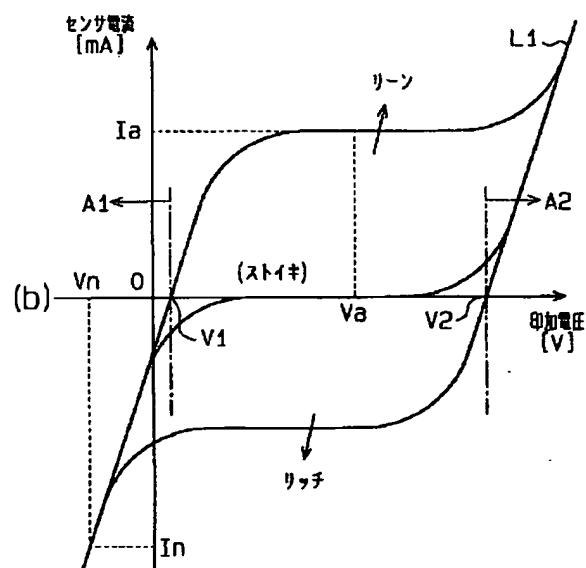
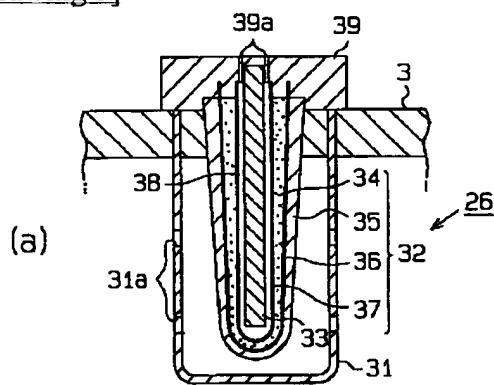
[Drawing 2]



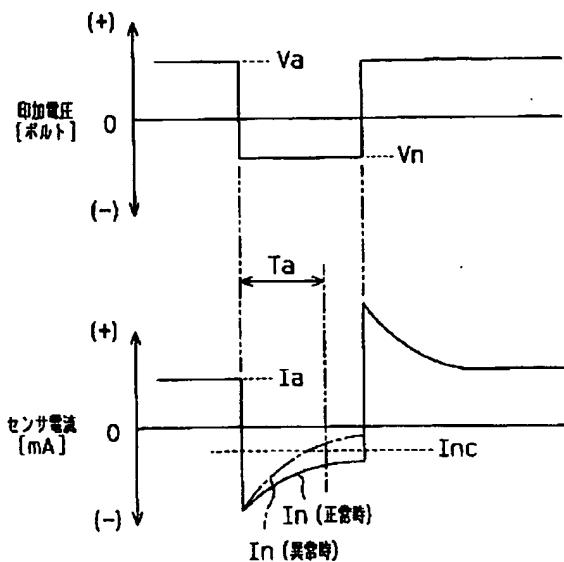
[Drawing 4]



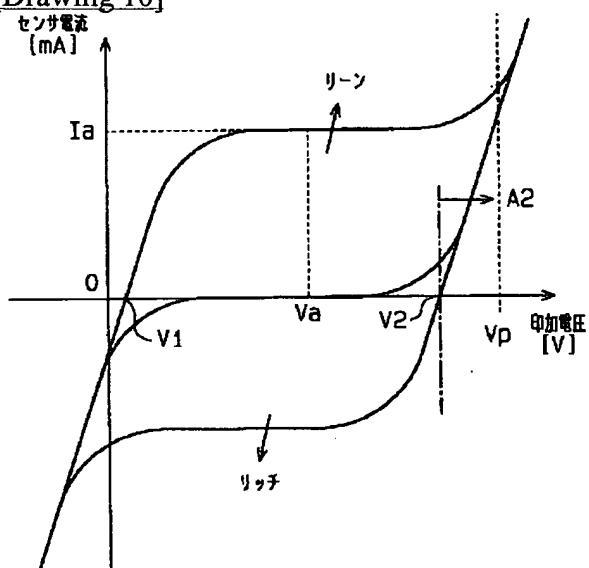
[Drawing 3]



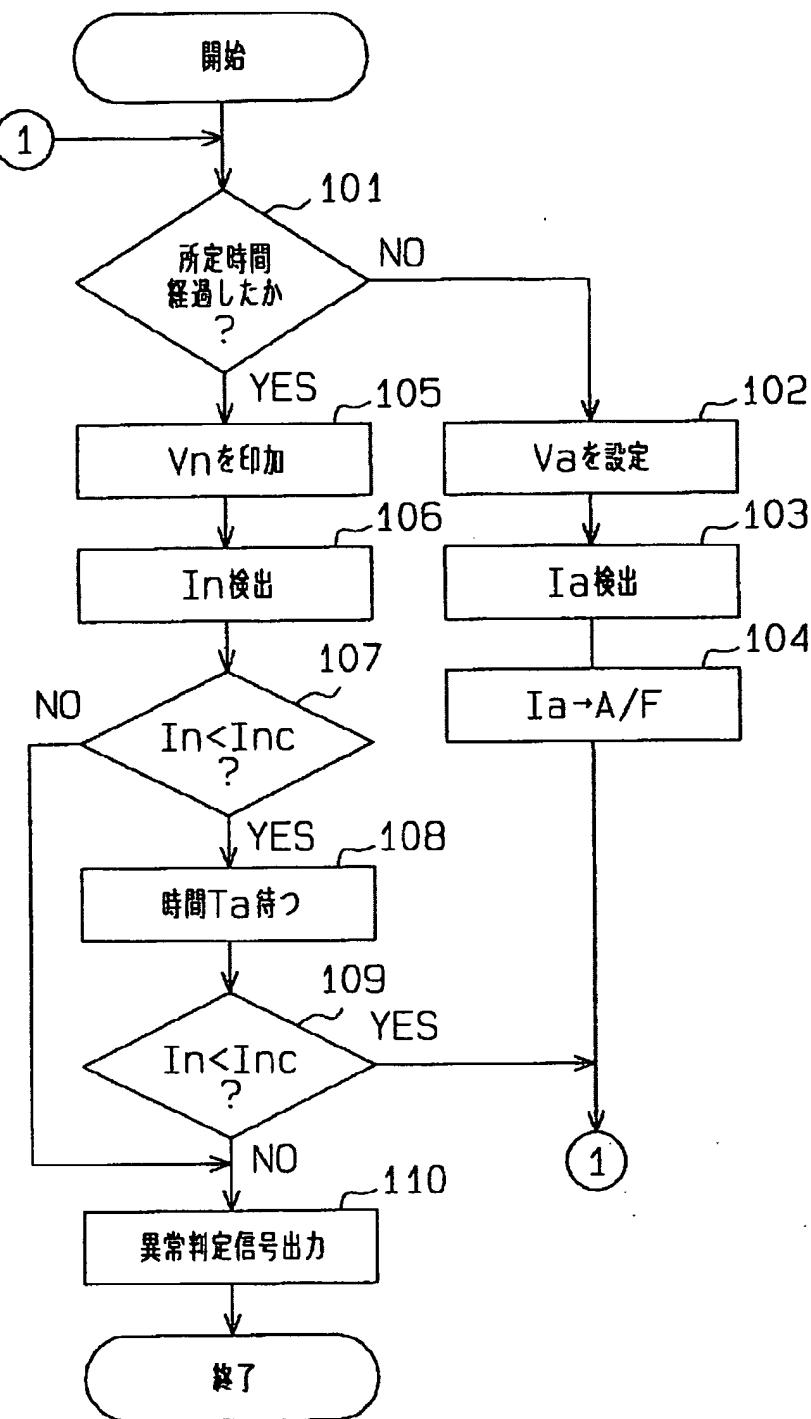
[Drawing 8]



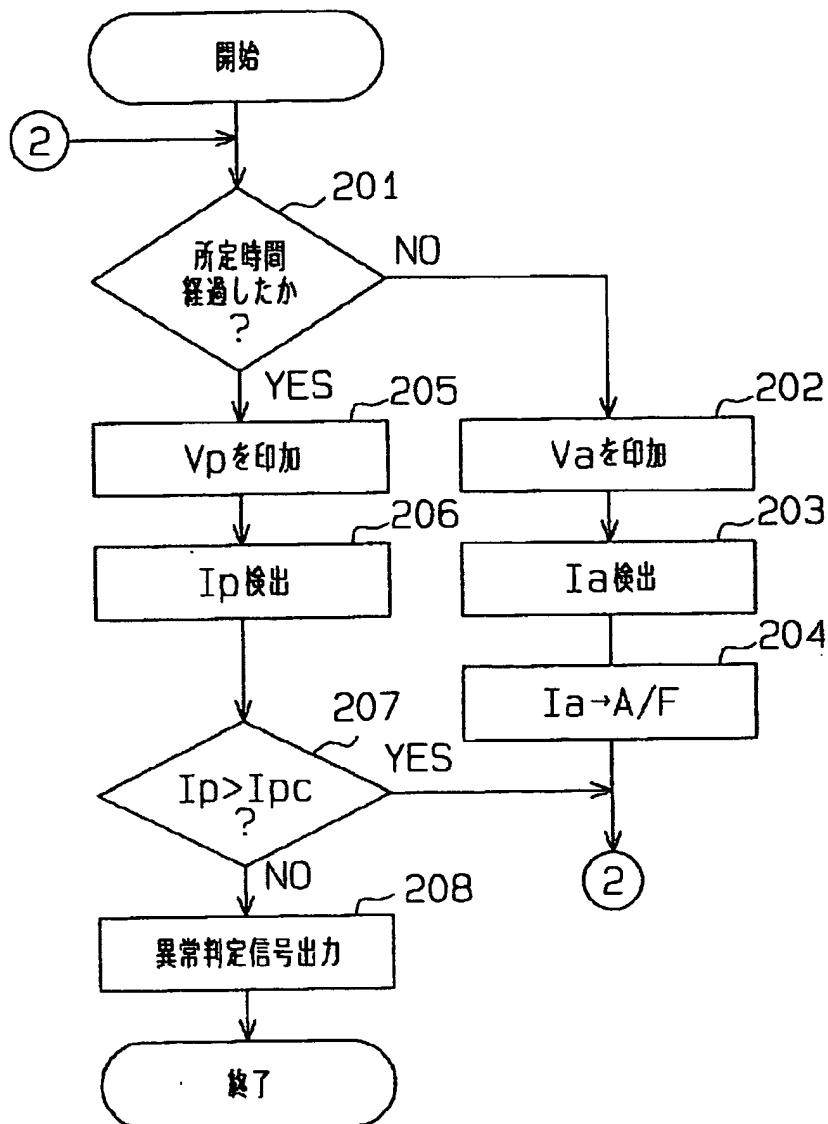
[Drawing 10]



[Drawing 5]



[Drawing 9]



[Translation done.]